

## A talajművelés és a műtrágyázás hatásának értékelése a kukorica (*Zea Mays L.*) termésére

NAGY JÁNOS

Agrártudományi Egyetem, Növénytermesztés- és Földműveléstani Tanszék, Debrecen

A hazánkban alkalmazott talajművelési eljárások, módok értékelését és rendszerbe foglalását a művelés mélységére, minőségére, gyakoriságára, idejére vonatkozó és mindjobban bővülő elméleti - gyakorlati ismeretanyag teszi lehetővé. A talajtani tudomány szinte minden jelentős képviselője - a talajbiológus Fehér Dánieltől, a hazai talajok beéredési folyamatát is feltáró id. Várallyay Györgyön át Vér Ferenc talajfizikai megközelítéséig - foglalkozott, a sokszor igen sokoldalú szakmai vitákra lehetőséget és okot adó, talajművelés talajtani vonatkozásainak elemzésével. Ehhez kapcsolódott és erre épült a földművelési és növénytermesztési praktikum, amelyen belül Baross László, Cserhádi Sándor, Gyárfás József, Kemenes Ernő, Kreybig Lajos, Manninger G. Adolf, Sipos Sándor és Westsik Vilmos munkássága minden bizonnyal még hosszú ideig szerves részét képezi a ma is alkalmazott talajművelési rendszereknek (NYÍRI, 1994; BIRKÁS, 1994a, b).

A talajművelés mélységét és a trágyázás kölcsönhatását vizsgálva a kukoricánál a két tényező pozitív kölcsönhatását állapította meg SIPOS (1968, 1974, 1979). A kettő közül a trágyázás hatása volt a meghatározó. A száraz évjáratok a két tényező kölcsönhatását módosították. KEMENESY (1972) rámutatott, hogy radikális mélyítésszántás után az azonos mennyiségű műtrágyának kisebb a hatása, mint ugyanaz a mennyiség középmélyen leszántva. Ennek oka részben az, hogy a mélyített termőrétegben "felhígul" a műtrágya hatóanyaga, ugyanakkor a felhozott talaj tápanyagszegény, amit a mélyművelés kedvező fizikai hatása (pórusrendszer javulása) nem tud ellensúlyozni. Réti talajon KOVÁCS (1964) vizsgálatai alapján ismerteti a talajművelés és a talajnedvesség változásának kapcsolatát, amely szerint a szántás mélységével a talaj nedvességtartalma egészen 150 cm mélységig növekedett. Az eredmények azt bizonyítják, hogy a talajművelés talajra, terméseredményre gyakorolt hatását nem elegendő egy-egy év eredményével, hanem több éves talajművelési rendszerbe illesztve érdemes értékelni (SIPOS, 1958; NYÍRI, 1973, 1981, 1988; WILDMAN & GOWANS, 1975; GYÖRFFY, 1977; NEIGI et al., 1982; BIRKÁS et al., 1989; KAPOCSI et al., 1984; BIRKÁS & SZABÓ, 1992).

A nagy, nehéz gépek taposó hatása, a műveletek számának növelése súlyosbítja a talajok fizikai állapotának romlását. A talajok tömődöttebbé válnak, a vízgazdálkodásuk (vízvezetés, vízbefogadás) romlanak (STEFANOVITS, 1975; BOELS, 1982; DICKSON, 1983; BIRD, 1982). Ezek a talajkímélő művelési módok és eszközök alkalmazásának igényét vetik fel (BIRKÁS, 1987a,b, 1993; BARTA & JÓRI, 1979; SÖRÖS & SOÓS, 1994). A kímélő művelési módok hatásának értékelését azonban nem elegendő csak a talajszerkezetre leszűkíteni, hanem vizsgálni kell a nedvesség, a hőgazdálkodás(forgalom) változását, a tápanyagok feltáródását is, amelyek igen gyakran kedvezőtlen irányba tolódnak el (MASSEE, 1982). A talajok leromlása HERBERT (1982) szerint több folyamat eredménye. A szerves trágyázás elhagyása, a monokultúra, vagy a helytelen vetésváltás is hozzájárul a talaj tömörödéséhez, amely csökkenti a talaj termékenységét és növeli a művelés költségét. Ugyanerre hívja fel a figyelmet STEFANOVITS (1975), VÁRALLYAY (1976, 1978), amikor a mezőgazdasági termelés "fejlődésével" a talajtan feladatainak kibővítését és újrafogalmazását szorgalmazza és a külföldi szakírók közül DORAN (1982), aki a talajművelés biológiai hatásának jelentőségét emeli ki.

### Anyag és módszer

A DATE Növénytermesztés- és Földműveléstani Tanszék látóképi kísérleti telepén mészlepedékes csernozjom talajon 1980-tól vizsgáljuk a növénytermesztési tényezők hatását a kukorica termésére. Alap kutatásainkat az Országos Tudományos Kutatási Alap (17047), fejlesztéseinket a nádudvari KITE Rt. és a Mezőgazdasági Fejlesztési Alap támogatja.

Multifaktoriális tartamkísérletünk lehetővé teszi a talajművelés és a műtrágyázás hatásának értékelését. A főblokkban a talajművelés és a hibrid, ezen belül a műtrágyázás véletlen blokk elrendezésben, négy ismétlésben van beállítva (1. ábra). Kísérleteinkben két egymás mellett elhelyezett blokkban öntözés nélküli és öntözött főváltozat szerepel. Az öntözött főváltozatban a növények számított vízigényét megközelítő öntözővizet juttattunk ki: 1990-ben 100, 1991-ben 60, 1992-ben 170, 1993-ban 120 és 1994-ben 110 mm-t. A vizsgált hibridek a Volga SC, a Pannónia SC és a Dekalb 524 SC voltak. A kísérlet egy talajművelési blokkja 8640 m<sup>2</sup>. A műtrágyakezelések parcellája 360 m<sup>2</sup> (3 x 360 = 1080 m<sup>2</sup>)

A kezelések és szintjük az alábbiak voltak:

Talajművelés	T <sub>1</sub> = szántás nélkül (12 cm)
	T <sub>2</sub> = tavaszi szántás (22 cm)
	T <sub>3</sub> = őszi szántás (27 cm)
Műtrágyázás	M <sub>1</sub> = műtrágyázás nélkül (kontroll)
	M <sub>2</sub> = 120 kg N + 90 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 106 kg K <sub>2</sub> O/ha
	M <sub>3</sub> = 240 kg N + 180 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 212 kg K <sub>2</sub> O/ha.

*Ismétlés*  
*NPK dózis*

[illegible]

1. ábra

### A talajművelési tartamkísérlet elrendezése

**Talajadottság.** A Kísérleti Telep talaja löszön képződött alföldi mészeledékes csernozjom. A talaj N- és P-ellátottsága közepes, K-tartalma nagy (humusztartalom = 2,8-3,0 %, Összes N = 0,14-0,18 %; AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 130-200 mg/kg, AL-K<sub>2</sub>O = 240-280 mg/kg). A humuszos réteg vastagsága 70-90 cm. A pH (KCl) érték 6,2; az Arany-féle kötöttségi szám 43. Mikroelem-hiány nem mutatható ki. A talajvízszint 6-8 m között helyezkedik el. A talaj VK<sub>min</sub> értéke 27-29 tf %. A 0-100 cm-es talajszelvény 275 mm, a 100-200 cm-es 265 mm ned-vesség tárolására képes. A hasznos VK 0-100 cm-en 157 mm, 100-200 cm-en 150 mm.

*Időjárási jellemzők.* A vizsgált hat évből Debrecenben a kukorica számára a csapadék-ellátottság 1990-, 1992- és 1994-ben kedvezőtlen, aszályos, 1989-, 1991- és 1993-ban átlagos volt.

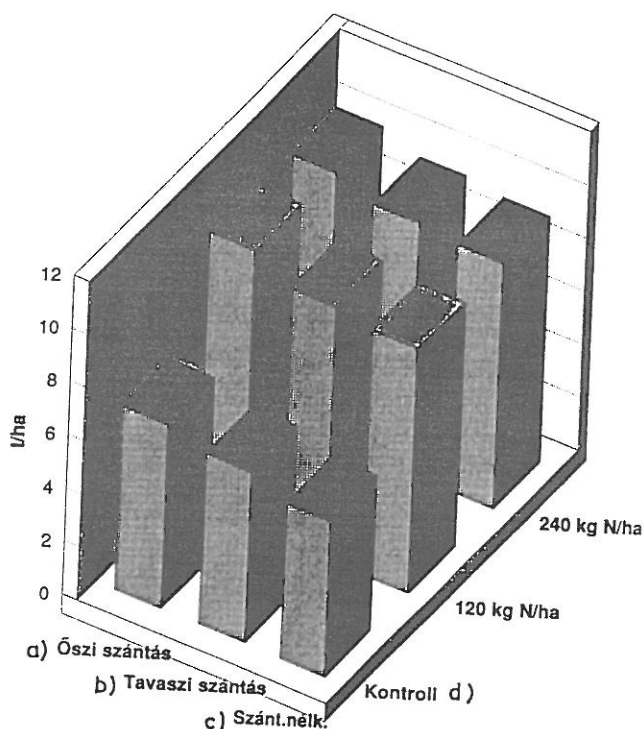
Kutatási programunkat a megbízható értékelés érdekében korszerű kísérlet-tervezéssel készítettük, felhasználva egy korábbi elméleti megalapozottsággal rendelkező módszer (BOX & WILSON, 1951) továbbfejlesztett változatát. A kísérlet adatainak értékelését variancia-analízissel, a variancia komponensek felbontásával (SVÁB, 1981; JOHN, 1971; WINER, 1971) végeztük. Az analízis során a kísérletbe beállított kezeléseket az elrendezésnek megfelelően vettük figyelembe. A főparcellán beállított talajművelést csoportképzőként az alparcellán beállított műtrágyázást "trial" faktorként állítottuk be a variancia-analízis modelljébe (HUZSVAI, 1994). A modell fix, ismételt mérési modell volt. A műtrágyázás hatását ortogonális polinomok segítségével tovább bontottuk. A műtrágyázásnál lineáris és négyzetes hatásokat különítettünk el. Az ortogonális polinomok egyik előnye, hogy teljesen függetlenek egymástól, így a szignifikancia elbírálásában nem kell korrekciót alkalmazni a szabadságfokoknál. A másik előny, hogy segítségükkel egy szabadságfokú komponenseket kapunk, így a szimmetria feltétele elhagyható. Első megközelítésben sorra vettük a multifaktoriális kísérlet tényezőinek (talajművelés, műtrágyázás) hatásait és elsőfokú kölcsönhatásait, a többi kezelés átlagában. Az értékelést IBM 486 DX számítógéppel és a BMDP Statistical Software 1988-as változatával végeztük.

### Eredmények

A DATE Növénytermesztés- és Földműveléstani Tanszék látóképi kísérleti telepén végzett talajművelési kutatások eredményei egybe esnek a martonvásári hasonló tartamkísérletek eredményeivel. A kísérleti eredmények értékelését évente, majd összevontan is a teljes vizsgált időszakra variancia-analízissel végeztük. Az analízis során a kísérletbe beállított kezeléseket az elrendezésnek megfelelően vettük figyelembe.

A variancia-analízis eredményei alapján a vizsgált hat évben - kivéve 1990-ben - a talajművelés hatása a terméseredményekre évente és a hat év eredményeit együttesen figyelembe véve is szignifikáns. Az őszi szántás termésadatai mind az öt évben szignifikánsan eltértek mind a szántás nélküli, mind a tavaszi szántás terméseredményeitől. A szántás nélküli és a tavaszi szántás termésadatai között az  $SzD_{5\%}$  értékek alapján mindössze 1992-ben és a hat év átlagában nem volt szignifikáns különbség.

A talajművelés növénytermesztési szempontból akkor éri el célját, ha a vetőágy megfelelő és jó feltételeket biztosít a kukorica csírázásához, egyenletes kezeléséhez, az egyöntetű növényállomány kialakításához. Hat év átlagában - amely három aszályos és három átlagos csapadék-ellátottságú évet foglalt magában - az őszi szántás biztosította a kukorica számára a legmegfelelőbb feltételeket, a termés hektáronként egy tonnával (12 %-kal) volt megbízhatóan nagyobb mint a szántás nélküli változatban (2. ábra). Aszályos években az őszi szántás előnye kisebb, legfeljebb fél tonna.



2. ábra

Talajművelés és műtrágyázás hatása a kukorica termésére hat év átlagában  
(Debrecen, 1989-1994)

A talajművelés hatása lényegesen eltért az öntözés nélküli és az öntözött változatokban. Nem öntözött állományban az aszályos években az őszi szántás és a szántás nélküli közel azonos, a tavaszi szántás ezekhez képest 8 %-kal kisebb termést adott. Az átlagos csapadék-ellátottságú években legjobb volt az őszi szántás, ehhez képest a tavaszi szántás 7 %-kal, a szántás nélküli 15 %-kal termett kevesebbet. Öntözött változatban az aszályos és az átlagos csapadék-ellátottságú években egyaránt az őszi szántás volt a legkedvezőbb. A terméstöbblet aszályos években a szántás nélkülihez és tavaszi szántáshoz képest 6-7 %, átlagos csapadék-ellátottságú években a szántás nélkülihez képest 28 % és a tavaszi szántáshoz képest 9 % volt.

A kutatási eredmények bizonyítják, hogy csernozjom talajon - legalább átlagos csapadék-ellátottság esetén - az őszi szántás trágyázás nélkül, vagy kis trágyaadagok használata esetén - segítve többek között a talaj tápanyagai feltárását - számottevően növeli a kukorica termését. Az őszi szántás terméstöbblete - műtrágyázás nélkül - a szántás nélküli változathoz képest 1,4-2,3 t/ha. A műtrágyázott kezelésekben ettől nagyobb mértékben, átlagosan 2,8-3,3 t/ha-ral növelte a termést.

1. táblázat  
Talajművelés és műtrágyázás hatása a kukorica termésére  
(Debrecen, 1989-1994)

(1) Talajművelés	(2) Műtrágyázás	(3) Termés, t/ha					(4) Átlag
		1989	1990	1991	1992	1993	1994
a) Őszi szántás	e) Kontroll	8,74	7,63	9,04	4,88	6,00	4,98
	120 kg N/ha	12,51	10,09	12,09	7,97	10,37	8,59
	240 kg N/ha	12,86	9,91	11,99	7,00	10,22	8,07
	f) Átlag	11,37	9,21	11,04	6,62	8,86	7,21
b) Tavaszi szántás	e) Kontroll	7,78	7,62	9,53	4,11	4,97	4,28
	120 kg N/ha	11,42	10,11	12,08	7,25	8,53	7,35
	240 kg N/ha	11,99	10,08	11,87	7,13	8,71	6,88
	f) Átlag	10,39	9,27	11,16	6,16	7,40	6,17
c) Szántás nélkül	e) Kontroll	6,87	7,55	7,64	4,37	3,66	4,75
	120 kg N/ha	11,33	10,12	11,41	6,93	6,82	8,28
	240 kg N/ha	11,82	10,06	11,11	6,96	7,47	7,90
	f) Átlag	10,01	9,24	10,05	6,09	5,98	6,98
d) SzD <sub>5%</sub>	g) Talajművelés (T)	0,14	nsz	0,24	0,14	0,10	0,08
	h) Műtrágyázás (M)	0,11	0,09	0,18	0,11	0,09	0,08
	T x M	0,19	nsz	0,32	0,19	0,16	0,13
							0,20

nsz = nem szignifikáns

A variancia-analízis eredményei alapján a vizsgált hat évben a műtrágyázás hatása a terméseredményekre évente és a hat év eredményeit együttesen figyelembe véve is szignifikáns. A talajművelés és a műtrágyázás kölcsönhatása az 1990. év kivételével szignifikáns (1. táblázat).

A műtrágyázás teljes mértékben nem, de részben kompenzálni képes más kedvezőtlen agrotechnikai hatásokat. Szántás nélkül a műtrágyázás termés-többlete aszályos években 2,8, átlagos csapadék-ellátottság esetén egy tonnával több, 3,8 t/ha. Őszi szántásban az évjáratok közötti különbség kisebb (0,6 t/ha), a terméstöbblet azonban jelentős, aszályos évben 3,1, átlagos csapadék-ellátottság esetén 3,7 t/ha.

2. táblázat

A variancia-analízis eredménye (Debrecen, 1989-1994)

(1) A variancia forrása	SQ	FG	MQ	F	(2) $\alpha$ -hiba
a) műtrágya lineáris	6744,03094	1	6744,03094	1728,87	0,0000
b) műtrágya x talajművelés	7,65082	2	3,82541	0,98	0,3762
m(1)o	800,59845	1	800,59845	205,24	0,0000
m(1)h	48,50745	2	24,25372	6,22	0,0023
m(1)to	18,08969	2	9,04485	2,32	0,1001
m(1)th	6,70929	4	1,67732	0,43	0,7869
m(1)oh	27,30214	2	13,65107	3,50	0,0314
m(1)toh	5,49782	4	1,37445	0,35	0,8423
c) Eltérés	1193,65375	306	3,90083		
d) műtrágya négyzetes	2346,29458	1	2346,29458	2198,22	0,0000
b) műtrágya x talajművelés	15,93738	2	7,96869	7,47	0,0007
m(2)o	217,94437	1	217,94437	204,19	0,0000
m(2)h	7,62189	2	3,81094	3,57	0,0293
m(2)to	18,12171	2	9,06086	8,49	0,0003
m(2)th	2,64059	4	0,66015	0,62	0,6497
m(2)oh	6,75439	2	3,37720	3,16	0,0436
m(2)toh	3,13672	4	0,78418	0,73	0,5689
c) Eltérés	326,61219	306	1,06736		
e) műtrágyahatás	9090,32552	2	4545,16276	1829,71	0,0000
b) műtrágya x talajművelés	23,58820	4	5,89705	2,37	0,0510
mo	1018,54282	2	509,27141	205,01	0,0000
mh	56,12934	4	14,03233	5,65	0,0002
mto	36,21141	4	9,05285	3,64	0,0060
mth	9,34989	8	1,16874	0,47	0,8772
moh	34,05653	4	8,51413	3,43	0,0088
mtoh	8,63453	8	1,07932	0,43	0,9005
c) Eltérés	1520,26594	612	2,48409		



A tavaszi szántás - más kutatási eredményekkel egyezően - kedvezőtlen talajállapotot eredményez, hátráltatva elsősorban a csírázást és az egyöntetű, gyors kelést, amely a terméseredményekben is megmutatkozik. Hat év átlagában a tavaszi szántásban 0,6 t/ha-ral volt kevesebb a termés mint az őszi szántásban. Aszályos években a terméskülönbség valamivel kisebb, azonban átlagos csapadék-ellátottság esetén a kukorica tavaszi szántásban 1-1,4 t/ha-ral termett kevesebbet mint az őszi szántásban. A kísérletek eredményei szerint a műtrágyázás hatása a tavaszi szántás változatban is szignifikáns. A műtrágyázás terméstöbblete évjáráttól függően 2,8-3,2 t/ha, a műtrágyázás nélküli kezelésekhez viszonyítva.

A műtrágyázás termésnövelő hatása - a vizsgált hat év átlagában - eltért a három talajművelési változatban. A komplex variancia - a tényezők együttes értékelése - táblázatból a műtrágyázás, a műtrágyázás x talajművelés kölcsönhatásait a 2. táblázatban közöljük. A műtrágyázás hatásában a lineáris és négyzetes tagok jelentősek, ezért a kapcsolat optimum görbével jól leírható. A műtrágyázás és talajművelés kölcsönhatásának felbontása az ortogonális polinomokkal azt mutatja, hogy a lineáris szakaszban, ami a kezdeti kis műtrágyaadagoknak felel meg, nincs jelentős különbség a három talajművelés termésnövelő jellegében. A műtrágyázás lineáris hatása x talajművelés nem szignifikáns. Ugyanakkor a műtrágyázás négyzetes hatása x talajművelés szignifikáns. Az optimális műtrágyakezelésekben mindhárom talajművelési változatban a termésnövekedésbeli különbségek jelentősek.

### Összefoglalás

A DATE Növénytermesztés- és Földműveléstani Tanszék látóképi kísérleti telepén mészlepedékes csernozjom talajon 1989 és 1994 között vizsgáltuk a növénytermesztési tényezők hatását a kukorica termésére. Multifaktoriális tartamkísérletünk lehetővé teszi a talajművelés és a műtrágyázás hatásának és kölcsönhatásának értékelését.

A kutatási eredmények bizonyítják, hogy csernozjom talajon - legalább átlagos csapadék-ellátottság esetén - az őszi szántás trágyázás nélkül, vagy kis trágyaadagok használata esetén - segítve többek között a talaj tápanyagai feltárását - számottevően növeli a kukorica termését. Az őszi szántás terméstöbblete - műtrágyázás nélkül - a szántás nélküli változathoz képest 1,4-2,3 t/ha. A műtrágyázott kezelésekben ettől nagyobb mértékben, átlagosan 2,8-3,3 t/ha-ral növelte a termést.

A tavaszi szántás - más kutatási eredményekkel egyezően - kedvezőtlen talajállapotot eredményez, hátráltatva elsősorban a csírázást és az egyöntetű, gyors kelést, amely a terméseredményekben is megmutatkozik. Hat év átlagában a tavaszi szántásban 0,6 t/ha-ral volt kevesebb a termés mint az őszi szántásban. Aszályos években a terméskülönbség valamivel kisebb, azonban kedvező csapadék-ellátottság esetén a kukorica tavaszi szántásban 1-1,4 t/ha-ral termett kevesebbet mint az őszi szántásban.



A műtrágyázás teljes mértékben nem, de részben kompenzálni képes más kedvezőtlen agrotechnikai hatásokat. Szántás nélkül a műtrágyázás termés-többlete aszályos években 2,8, átlagos csapadék-ellátottság esetén egy tonnával több, 3,8 t/ha. Őszi szántásban az évjáratok közötti különbség kisebb (0,6 t/ha), a terméstöbblet aszályos évben 3,1, átlagos csapadék-ellátottság esetén 3,7 t/ha.

A műtrágyázás termésmenvelő hatása - a vizsgált hat év átlagában - eltért a három talajművelési változatban. A műtrágyázás hatásában a lineáris és négyzetes tagok jelentősek, ezért a kapcsolat optimum görbével jól leírható. A műtrágyázás és talajművelés kölcsönhatásának felbontása az ortogonális polinomokkal azt mutatja, hogy a lineáris szakaszban, ami a kezdeti kis műtrágyaadagoknak felel meg, nincs jelentős különbség a három talajművelés termésmenvelő jellegében. A műtrágyázás lineáris hatása x talajművelés nem szignifikáns. Ugyanakkor a műtrágyázás négyzetes hatása x talajművelés szignifikáns. Az optimális műtrágyakezelésekben mindhárom talajművelési változatban a termésmenvelésbeli különbségek jelentősek.

### Irodalom

- BARTA L. & JÓRI J., 1979. Nehéz kultivátorok összehasonlító vizsgálata. Mg. Gépesítési Tanulmányok, MÉM MIM. Gödöllő.
- BIRD, M., 1982. Effects of field traffic on yield under test. *Farmers Weekly*. 96.23. 40.
- BIRKÁS M., 1987a. A talajművelés minőségét befolyásoló agronómiai tényezők értékelése. Kandidátusi értekezés. Gödöllő.
- BIRKÁS M., 1987b. Szemléletváltozás a talajművelésben. *Gazdálkodás*. 28. (9) 47-52.
- BIRKÁS, M., 1993. Effect of harmful compaction below the seedbed on the growth of maize. In: International Conference on "Protection of Soil Environment by Avoidance of Compaction and Proper Soil Tillage." 1. 109-112. Melitopol, Ukraine.
- BIRKÁS M., 1994a. Az alkalmazkodó növénytermesztés művelőgép igényei és a lehetőségek. *Járművek, Építőipari és Mezőgazdasági Gépek*. 41. (4) 133-137.
- BIRKÁS M., 1994b. Manninger talajművelési rendszerének tanulságai szárazságban. Manninger G. Adolf Tudományos Emlékülés kiadványa (Szerk.: RUZSÁNYI L.), 113-117. Debrecen.
- BIRKÁS, M. & SZABÓ, L., 1992. Stubble cover-moisture conservation soil protecting tillage. *Interpraevent 1992. Protection of Habitat from Floods, Debris Flows and Avalanches*. 4. 303-312. Bern, Switzerland
- BIRKÁS, M., ANTAL, J. & DOROGI, I., 1989. Conventional and reduced tillage in Hungary. A review. *Soil and Tillage Research*. 13. 233-252.
- BOELS, D., 1982. Physical soil degradation in the Netherlands. In: *Soil Degradation*. 47-65. Balkema Rotterdam.
- BOX, G. E. P. & WILSON, K. B., 1951. On the experimental attainment of optimum conditions. *Journal of the Royal Statistical Society*. 13. 1-14.
- DICKSON, J. W., 1983. An assessment of seedbed compaction by open flatlugged, steel tractor wheels - I. *Agric. Eng. Res.* 28. 45-60.
- DORAN, J. W., 1982. Tilling changes soil. Differences not just physical, chemical and biological too. *Crops and Soils Magazine, Madison*. 34. (9) 10-12.

- GYÖRFFY B., 1977. A földművelés rendszere és a kukoricatermesztés technológiájának alapelvei. In: A kukorica jelene és jövője. 11-26. Budapest.
- HERBERT, J., 1982. About the problems of structure in relation to soil degradation. In: Soil Degradation. 67-72. Balkema. Rotterdam.
- HUZSAI L., 1994. A növénytermesztési és földművelési kísérletek biometriaai módszereinek összehasonlítása. Egyetemi doktori értekezés tézisei. Debrecen.
- JOHN, P. W. M., 1971. Statistical Design and Analysis of Experiments. McGraw-Hill. New York.
- KAPOCSI I. et al., 1984. Forgatás nélküli talajművelés alföldi talajokon. Magyar Mezőgazdaság. 39. (36) 6.
- KEMENESY E., 1972. Földművelés - Talajerőgazdálkodás. Akadémiai Kiadó. Budapest
- KOVÁCS G., 1964. Hozzászólás a talajok mélyművelése c. előadáshoz. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. 23. 389-396.
- MASSEE, T. W., 1982. Conservation tillage obstacles on dryland I. Soil Water Conservation. 38. 339-342.
- NEIGI, S. C. et al., 1982. Hydraulic characteristics of conventionally and zero-tilled field plots. Soil Tillage Res. 2. 281-292.
- NYÍRI L., 1973. A talajjavítás, talajművelés hatása barna erdőtalajon. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. 32. 185-197.
- NYÍRI L., 1981. Talajművelés. In: Növénytermesztési praktikum. (Szerk. KOVÁTS A.), Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- NYÍRI L., 1988. A talajjavítás fejlesztésének lehetőségei. Akadémiai doktori értekezés, Karcag.
- NYÍRI L., 1994. Manninger munkássága a hazai talajművelés történetében. Manninger G. Adolf Tudományos Emlékülés kiadványa (Szerk.: RUZSÁNYI L.). 99-105. Debrecen.
- SIPOS G., 1958. Földműveléstan. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- SIPOS S., 1968. Talajművelési és trágyázási rendszer hatása a terméseredményekre. Talajtermékenység. III/1. 9-39.
- SIPOS S., 1974. A talajművelési rendszerek és trágyázás hatása. Talajtermékenység. 5. 67-80.
- SIPOS S., 1979. Talajművelési kísérletek eredményei réti talajon. In: Kukoricatermesztési kísérletek, 1968-1974. (Szerk.: BAJAI J.) 213-221. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- SÖRÖS I. & SOÓS S., 1994. Szántás nélküli kukoricatermesztés. Mezőgazdasági Technika. 35. (3) 3-6.
- STEFANOVITS P., 1975. Talajtan. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- SVÁB J., 1981. Biometriaai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- VÁRALLYAY GY., 1976. Az öntözés néhány talajfizikai vonatkozása. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. 35. 159-165.
- VÁRALLYAY GY., 1978. A talajfizika helyzete és jövőbeni feladatai. Agrokémia és Talajtan. 27. 203-218.
- WILDMAN, W. E. & GOWANS, K. D., 1975. Soil physical environment and how it effects plant growth. Division of Agric. Sci. Univ. of California. Leaflet. 2280.
- WINER, B. J., 1971. Statistical Principles in Experimental Design. McGraw-Hill. New York.

*Érkezett: 1995. május 29.*

## Evaluation of the Effect of Soil Cultivation and Fertilization on the Yield of Maize (*Zea mays* L.)

J. NAGY

Department of Crop Production and Agronomy, University of Agricultural Sciences,  
Debrecen (Hungary)

### Summary

The effect of crop production factors on the yield of maize was studied between 1989 and 1994 on a pseudomyceliar (calcareous) chernozem soil at the experimental station of the Department of Crop Production and Agronomy of Debrecen University of Agricultural Sciences. The multifactorial long-term experiment made it possible to evaluate the effects and interactions of soil cultivation and fertilization.

The results indicate that on chernozem soil, provided precipitation supplies are at least average, autumn ploughing may substantially increase the maize yield even without fertilization, or with low rates of fertilizer, by promoting the utilization of soil nutrients. The yield surplus obtained by autumn ploughing without fertilization was 1.4-2.3 t/ha compared to the unploughed variant. In fertilized treatments, this yield increase was even greater, averaging 2.8-3.3 t/ha.

As shown by other researchers, spring ploughing results in an unfavourable soil status, hindering germination and rapid uniform emergence; this is also reflected in the yield. Over the average of six years the yields obtained after spring ploughing were 0.6 t/ha lower than after autumn ploughing. In dry years the yield difference was somewhat smaller, but in the case of good rainfall supplies maize yields were 1.0-1.4 t/ha lower after spring ploughing than after autumn ploughing.

Fertilization is able to compensate in part for other unfavourable agrotechnical effects. Without ploughing the yield surplus obtained by means of fertilization was 2.8 t/ha in dry years and 3.8 t/ha in years with average rainfall. After autumn ploughing the difference between the years was lower (0.6 t/ha), with a yield surplus of 3.1 t/ha in dry years and 3.7 t/ha in years with average rainfall.

The yield-increasing effect of fertilization, averaged over the six experimental years, differed in the three soil cultivation variants. Linear and quadratic terms were dominant in the fertilizer effect, so the relationship could be described using an optimum curve. A breakdown of the interaction between fertilization and soil cultivation using orthogonal polynomials shows that in the linear phase, corresponding to initial low fertilizer rates, there was no significant difference between the yield-increasing effects of the three soil cultivation methods. The linear effect of fertilization x soil cultivation interaction was not significant. The quadratic effect of fertilization x soil cultivation interaction was, however, significant. In optimum fertilizer treatments the differences between the yield-increasing effects of the three soil cultivation variants were significant.

*Table 1.* Effect of soil cultivation and fertilization on the yield of maize, Debrecen, 1989-1994. (1) Soil cultivation. a) Autumn ploughing, b) spring ploughing, c) without ploughing, d)  $LSD_{5\%}$ . (2) Fertilization. e) Control, f) mean, g) soil cultivation, h) fertilization. (3) Yield, t/ha. (4) Mean. nsz = non-significant.

*Table 2.* Results of variance analysis, Debrecen, 1989-1994. (1) Source of variance. a) Linear effect of fertilization, b) fertilizer x soil cultivation, c) deviation, d) quadratic effect of fertilization, e) fertilizer effect. (2)  $\alpha$ -error.

*Fig. 1.* Design of the long-term soil cultivation experiment. 1-3 = fertilizer treatments. I-IV = replications.

*Fig. 2.* Effect of soil cultivation and fertilization on the yield of maize, Debrecen, 1989-1994. a) Autumn ploughing, b) spring ploughing, c) without ploughing.